



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114571053 B

(45) 授权公告日 2023.12.12

(21) 申请号 202210272675.6

F23D 14/48 (2006.01)

(22) 申请日 2022.03.18

B23P 15/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114571053 A

(56) 对比文件

CN 104948347 A, 2015.09.30

CN 109848659 A, 2019.06.07

(43) 申请公布日 2022.06.03

CN 112792505 A, 2021.05.14

(73) 专利权人 北京航天动力研究所

CN 103537789 A, 2014.01.29

地址 100076 北京市丰台区南大红门路1号  
(北京9200信箱11分箱)

JP H09170500 A, 1997.06.30

CN 206206011 U, 2017.05.31

(72) 发明人 王仙 马志瑜 杨进慧 王朝晖

CN 106438109 A, 2017.02.22

杜宁 刘阳旻 王希杰 曾鼎

CN 112065606 A, 2020.12.11

杨继东 王晓丽 田原 侯凤云

US 2004244360 A1, 2004.12.09

张强 孙浩

CN 109079322 A, 2018.12.25

CN 102155538 A, 2011.08.17

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

专利代理师 高志瑞

许晓勇;赵世红;王召.轻质钛合金喷管在氢氧发动机上的应用研究.火箭推进.2016,(04),第1-6+34页.

审查员 安雪

(51) Int. Cl.

B23K 20/00 (2006.01)

B23K 20/14 (2006.01)

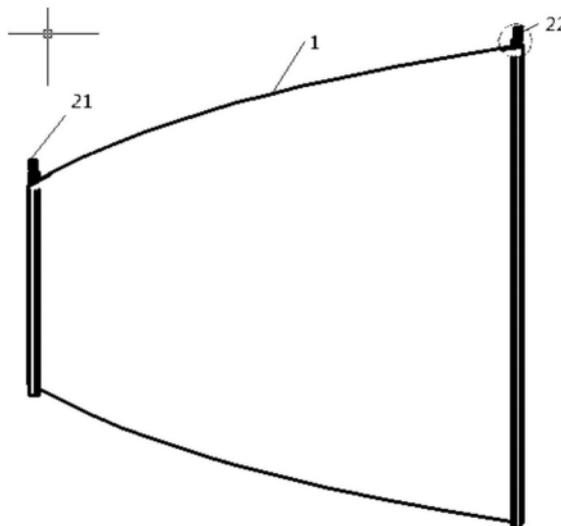
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种钛合金真空扩散焊喷管及设计方法

(57) 摘要

本发明公开了一种钛合金真空扩散焊喷管及设计方法,其中,该钛合金真空扩散焊喷管包括:第一集合器组件、第二集合器组件和扩散焊组件;其中,所述扩散焊组件的小端与所述第一集合器组件焊接;所述扩散焊组件的大端与所述第二集合器组件焊接。本发明加强了扩散焊的强度。



1. 一种钛合金真空扩散焊喷管设计方法,其特征在于包括:

步骤S100:将第一工艺集合器(21)与喷管外壁(12)的小端焊接,第一工艺集合器(21)内部的环形通道与喷管外壁(12)的小端开设的孔相连通;

将第二工艺集合器(22)与喷管外壁(12)的大端焊接,第二工艺集合器(22)内部的环形通道与喷管外壁(12)的大端开设的孔相连通;

喷管外壁(12)的大端与喷管内壁(11)的大端焊接封堵,喷管外壁(12)的小端与喷管内壁(11)的小端焊接封堵;

步骤S200:通过第一工艺集合器(21)和第二工艺集合器(22)抽真空,使得喷管外壁(12)与喷管内壁(11)之间的铣槽通道处于真空状态;

将喷管内壁(11)的外表面设置的肋条与喷管外壁(12)的内表面扩散焊接形成扩散焊组件;

步骤S400:沿喷管外壁(12)的母线方向,沿径向均截掉第一工艺集合器(21)内部的环形通道的1/3和第二工艺集合器(22)内部的环形通道的1/3得到第一部分工艺集合器(41)和第二部分工艺集合器(42);

步骤S500:将第一部分工艺集合器(41)的一端与第一集合器(31)焊接;将第二部分工艺集合器(42)的一端与第二集合器(32)焊接;得到钛合金真空扩散焊喷管;其中,

钛合金真空扩散焊喷管包括:第一集合器组件、第二集合器组件和扩散焊组件(1);

所述扩散焊组件包括喷管内壁(11)和喷管外壁(12);其中,

所述喷管内壁(11)的外表面设置的肋条与所述喷管外壁(12)的内表面扩散焊接;相邻肋条之间形成铣槽通道;

所述第一集合器组件包括第一集合器(31)和第一部分工艺集合器(41);

所述第二集合器组件包括第二集合器(32)和第二部分工艺集合器(42);

所述第一集合器(31)内部的环形通道和所述第二集合器(32)内部的环形通道的直径相等,均满足以下公式:

$$D \geq \sqrt{\frac{q}{n\pi\sqrt{0.03\rho}}} \times 10^3;$$

其中,D为第一集合器(31)内部的环形通道或第二集合器(32)内部的环形通道的直径,q为介质流量,n为第一集合器(31)的法兰数量或第二集合器(32)的法兰数量, $\rho$ 为介质密度。

2. 根据权利要求1所述的钛合金真空扩散焊喷管设计方法,其特征在于:在步骤S200和步骤S400之间还包括:步骤S300:通过第一工艺集合器(21)和第二工艺集合器(22)对扩散焊组件进行液气压试验,使得扩散焊组件焊接合格。

3. 根据权利要求2所述的钛合金真空扩散焊喷管设计方法,其特征在于:在步骤S300中,在液气压试验中,保持10min,焊缝没有渗漏并且喷管内壁(11)没有变形,则扩散焊组件焊接合格。

4. 根据权利要求1所述的钛合金真空扩散焊喷管设计方法,其特征在于:所述喷管内壁(11)和所述喷管外壁(12)均为钛合金TA15。

## 一种钛合金真空扩散焊喷管及设计方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于航空航天、民用和燃烧技术领域,尤其涉及一种钛合金真空扩散焊喷管及设计方法。

### 背景技术

[0002] 喷管装置广泛应用于航空航天、民用和燃烧技术领域。现有的喷管装置多采用不锈钢或者高温合金材料,这种材料密度较大,当喷管结构较大时,同时会大幅增加产品重量,增加了操作难度,并且与航空航天领域中尽量减轻产品重量的要求相悖。

[0003] 在扩散焊方面,目前通常采用的工艺是填加焊料加温焊接以保证焊接工艺性,这种焊接工艺使得焊接强度不足,容易出现局部未融合的情况,从而需要反复补焊,进而影响焊缝质量。从而使得喷管存在焊缝可靠性不够,焊缝出现渗漏和内壁出现变形等问题。

### 发明内容

[0004] 本发明解决的技术问题是:克服现有技术的不足,提供了一种钛合金真空扩散焊喷管及设计方法,加强了扩散焊的强度。

[0005] 本发明目的通过以下技术方案予以实现:一种钛合金真空扩散焊喷管,包括:第一集合器组件、第二集合器组件和扩散焊组件;其中,所述扩散焊组件的小端与所述第一集合器组件焊接;所述扩散焊组件的大端与所述第二集合器组件焊接。

[0006] 上述钛合金真空扩散焊喷管中,所述扩散焊组件包括喷管内壁和喷管外壁;其中,所述喷管内壁的外表面设置的肋条与所述喷管外壁的内表面扩散焊接;相邻肋条之间形成铣槽通道。

[0007] 上述钛合金真空扩散焊喷管中,所述第一集合器组件包括第一集合器和第一部分工艺集合器;其中,所述第一部分工艺集合器的一端与所述第一集合器焊接;所述第一部分工艺集合器的另一端与所述喷管外壁的小端焊接,所述第一部分工艺集合器内部的环形通道与所述喷管外壁的小端开设的孔相连通;所述第一部分工艺集合器内部的环形通道与第一集合器的多个径向孔相连通。

[0008] 上述钛合金真空扩散焊喷管中,所述第二集合器组件包括第二集合器和第二部分工艺集合器;其中,第二部分工艺集合器的一端与第二集合器焊接;第二部分工艺集合器的另一端与所述喷管外壁的大端焊接,第二部分工艺集合器内部的环形通道与所述喷管外壁的大端开设的孔相连通;第二部分工艺集合器内部的环形通道与第二集合器的多个径向孔相连通。

[0009] 上述钛合金真空扩散焊喷管中,所述第一集合器内部的环形通道和所述第二集合器内部的环形通道的直径相等,均满足以下公式:

$$[0010] \quad D \geq \sqrt{\frac{q}{n\pi\sqrt{0.03\rho}}} \times 10^3;$$

[0011] 其中,D为第一集合器内部的环形通道或第二集合器内部的环形通道的直径,q为

介质流量,  $n$  为第一集合器的法兰数量或第二集合器的法兰数量,  $\rho$  为介质密度。

[0012] 一种钛合金真空扩散焊喷管设计方法, 包括: 步骤S100: 将第一工艺集合器与喷管外壁的小端焊接, 第一工艺集合器内部的环形通道与喷管外壁的小端开设的孔相通; 将第二工艺集合器与喷管外壁的大端焊接, 第二工艺集合器内部的环形通道与喷管外壁的大端开设的孔相通; 喷管外壁的大端与喷管内壁的大端焊接封堵, 喷管外壁的小端与喷管内壁的小端焊接封堵; 步骤S200: 通过第一工艺集合器和第二工艺集合器抽真空, 使得喷管外壁与喷管内壁之间的铣槽通道处于真空状态; 将喷管内壁的外表面设置的肋条与喷管外壁的内表面扩散焊接形成扩散焊组件; 步骤S400: 沿喷管外壁的母线方向, 沿径向均截掉第一工艺集合器内部的环形通道的/和第二工艺集合器内部的环形通道的/得到第一部分工艺集合器和第二部分工艺集合器; 步骤S500: 将第一部分工艺集合器的一端与第一集合器焊接; 将第二部分工艺集合器的一端与第二集合器焊接; 得到钛合金真空扩散焊喷管。

[0013] 上述钛合金真空扩散焊喷管设计方法中, 在步骤S200和步骤S400之间还包括: 步骤S300: 通过第一工艺集合器和第二工艺集合器对扩散焊组件进行液气压试验, 使得扩散焊组件焊接合格。

[0014] 上述钛合金真空扩散焊喷管设计方法中, 在步骤S300中, 在液气压试验中, 保持10min, 焊缝没有渗漏并且喷管内壁没有变形, 则扩散焊组件焊接合格。

[0015] 上述钛合金真空扩散焊喷管设计方法中, 所述第一集合器内部的环形通道和所述第二集合器内部的环形通道的直径相等, 均满足以下公式:

$$[0016] \quad D \geq \sqrt{\frac{q}{n\pi\sqrt{0.03\rho}}} \times 10^3;$$

[0017] 其中,  $D$  为第一集合器内部的环形通道或第二集合器内部的环形通道的直径,  $q$  为介质流量,  $n$  为第一集合器的法兰数量或第二集合器的法兰数量,  $\rho$  为介质密度。

[0018] 上述钛合金真空扩散焊喷管设计方法中, 所述喷管内壁和所述喷管外壁均为钛合金TA15。

[0019] 本发明与现有技术相比具有如下有益效果:

[0020] (1) 本发明提高了焊接质量, 避免因焊接质量低导致的焊缝渗漏或内壁变形的问题;

[0021] (2) 本发明通过第一工艺集合器和第二工艺集合器方便抽真空外, 同时便于进行打压试验和各种检查对扩散焊进行强度和质量的检验;

[0022] (3) 本发明通过部分工艺集合器内部的环形通道直径的公式控制介质进入第一集合器与第二集合器的流动均匀性。

## 附图说明

[0023] 通过阅读下文优选实施方式的详细描述, 各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚了。附图仅用于示出优选实施方式的目的, 而并不认为是对本发明的限制。而且在整个附图中, 用相同的参考符号表示相同的部件。在附图中:

[0024] 图1是本发明实施例提供的液压喷管的结构示意图;

[0025] 图2(a)是本发明实施例提供的第一工艺集合器和喷管的连接示意图;

[0026] 图2(b)是本发明实施例提供的第二工艺集合器和喷管的连接示意图;

- [0027] 图3是本发明实施例提供的钛合金真空扩散焊喷管的结构示意图；
- [0028] 图4(a)是本发明实施例提供的第一集合器、第一部分工艺集合器和喷管的连接示意图；
- [0029] 图4(b)是本发明实施例提供的第二集合器、第二部分工艺集合器和喷管的连接示意图。

### 具体实施方式

[0030] 下面将参照附图更详细地描述本公开的示例性实施例。虽然附图中显示了本公开的示例性实施例，然而应当理解，可以以各种形式实现本公开而不应被这里阐述的实施例所限制。相反，提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本公开，并且能够将本公开的范围完整的传达给本领域的技术人员。需要说明的是，在不冲突的情况下，本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0031] 图3是本发明实施例提供的钛合金真空扩散焊喷管的结构示意图。如图3所示，该钛合金真空扩散焊喷管，包括第一集合器组件、第二集合器组件和扩散焊组件1。其中，扩散焊组件1的小端与第一集合器组件焊接；扩散焊组件1的大端与第二集合器组件焊接。

[0032] 如图4(a)和图4(b)所示，扩散焊组件包括喷管内壁11和喷管外壁12；喷管内壁11的外表面设置的肋条与喷管外壁12的内表面扩散焊接；相邻肋条之间形成铣槽通道。

[0033] 如图4(a)所示，第一集合器组件包括第一集合器31和第一部分工艺集合器41；其中，第一部分工艺集合器41的一端与第一集合器31焊接；第一部分工艺集合器41的另一端与喷管外壁的小端焊接，第一部分工艺集合器41内部的环形通道与喷管外壁的小端开设的孔相连通；第一部分工艺集合器41内部的环形通道与第一集合器31的多个径向孔311相连通。

[0034] 如图4(b)所示，第二集合器组件包括第二集合器32和第二部分工艺集合器42；第二部分工艺集合器42的一端与第二集合器32焊接；第二部分工艺集合器42的另一端与喷管外壁的大端焊接，第二部分工艺集合器42内部的环形通道与喷管外壁的大端开设的孔相连通；第二部分工艺集合器42内部的环形通道与第二集合器32的多个径向孔321相连通。

[0035] 所述第一集合器31内部的环形通道和所述第二集合器32内部的环形通道的直径相等，均满足以下公式：

$$[0036] \quad D \geq \sqrt{\frac{q}{n\pi\sqrt{0.03\rho}}} \times 10^3;$$

[0037] 其中，D为第一集合器31内部的环形通道或第二集合器32内部的环形通道的直径，q为介质流量，n为第一集合器31的法兰数量或第二集合器32的法兰数量， $\rho$ 为介质密度。

[0038] 本实施例通过上述公式控制介质进入第一集合器与第二集合器的流动均匀性。

[0039] 本实施例还提供了一种钛合金真空扩散焊喷管设计方法，包括如下步骤：

[0040] 步骤一：将第一工艺集合器21与喷管外壁12的小端焊接，第一工艺集合器21内部的环形通道与喷管外壁12的小端开设的孔相连通，如图1所示；将第二工艺集合器22与喷管外壁12的大端焊接，第二工艺集合器22内部的环形通道与喷管外壁12的大端开设的孔相连通，如图2(b)所示；喷管外壁12的大端与喷管内壁11的大端焊接封堵，喷管外壁12的小端与喷管内壁11的小端焊接封堵，如图2(a)所示；

[0041] 步骤二:通过第一工艺集合器21和第二工艺集合器22抽真空,使得喷管外壁12与喷管内壁11之间的铣槽通道处于真空状态;将喷管内壁11的外表面设置的肋条与喷管外壁12的内表面扩散焊接形成扩散焊组件;

[0042] 步骤三:通过第一工艺集合器21和第二工艺集合器22对扩散焊组件进行液气压试验,保持10min,焊缝没有渗漏并且喷管内壁11没有变形,则扩散焊组件焊接合格;

[0043] 步骤四:沿喷管外壁12的母线方向,沿径向均截掉第一工艺集合器21内部的环形通道和第二工艺集合器22内部的环形通道的1/3得到第一部分工艺集合器41和第二部分工艺集合器42,如图4(a)和图4(b)所示;

[0044] 步骤五:将第一部分工艺集合器41的一端与第一集合器31焊接;将第二部分工艺集合器42的一端与第二集合器32焊接;得到钛合金真空扩散焊喷管。

[0045] 喷管内壁11与喷管外壁12为钛合金TA15,喷管内壁11为铣槽结构。钛合金真空扩散焊喷管的所有零组件均为钛合金TA15材料,焊接工艺性好,钛合金的密度仅为不锈钢的60%左右,相比不锈钢材料的喷管重量大大降低。

[0046] 扩散焊时,通过工艺集合器上的接管嘴对喷管内壁与喷管外壁之间的内腔进行抽真空,之后通过加温加压扩散焊将内外壁基体融合在一起达到焊接的目的。为了确保焊缝质量,再在该结构状态下进行打压试验和相关检查。之后车掉工艺集合器的部分结构,在该状态下进行出流试验,观察每个铣槽的出流情况,确保扩散焊过程中每个通道的通畅。将工艺集合器车掉后最后将正式产品的集合器焊在工艺集合器剩余部分上。保留部分工艺集合器用于集合器的焊接可以使焊缝远离扩散焊组件,保护扩散焊焊缝,避免受到二次焊接的影响,降低扩散焊焊缝的质量。

[0047] 本发明中的真空扩散焊接是将夹层抽真空并加温,使两个零件基体融合,焊接强度更高,在抽真空前需要在喷管上设置工艺集合器,在扩散焊完成后将工艺集合器车掉一分部,剩余部分与新的零件一并形成新的集合器。

[0048] 本发明结构重量轻,真空扩散焊焊接强度高。本发明的喷管内外壁采用同种金属,通过抽真空并加温加压室两种基体相融合,提高扩散焊连接强度,使喷管延伸段工作可靠性得到整体提高。

[0049] 本发明针对喷管延伸段扩散焊需要抽真空的要求,在喷管延伸段内外壁扩散焊前,需要焊接工艺集合器,便于抽真空及真空扩散焊焊缝的强度打压试验,以上工作完成后,车掉工艺集合器完成相关检查和试验后,再焊接正式产品的集合器,这样避免在扩散焊时使用正式集合器后无法进行扩散焊组件的出流试验,检查各个通道的焊接质量,无法保证扩散焊的焊缝质量,同时避免正式的集合器进行重复打压试验。正式产品中保留部分工艺集合器的结构,并在此基础上焊接正式集合器,这样避免在扩散焊组件的基体上焊接从而导致扩散焊缝的性能受到影响。

[0050] 本发明通过步骤二达到的效果为提高焊接质量,避免因焊接质量低导致的焊缝渗漏或内壁变形等问题;本发明通过第一工艺集合器和第二工艺集合器方便抽真空外,同时便于进行打压试验和各种检查对扩散焊进行强度和质量的检验;本发明通过步骤四和第一部分工艺集合器及第二部分集合器达到保护扩散焊缝的效果;本发明通过步骤五达到避免对集合器进行重复打压的效果,提高集合器的寿命及强度。

[0051] 本发明虽然已以较佳实施例公开如上,但其并不是用来限定本发明,任何本领域

技术人员在不脱离本发明的精神和范围内,都可以利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出可能的变动和修改,因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化及修饰,均属于本发明技术方案的保护范围。

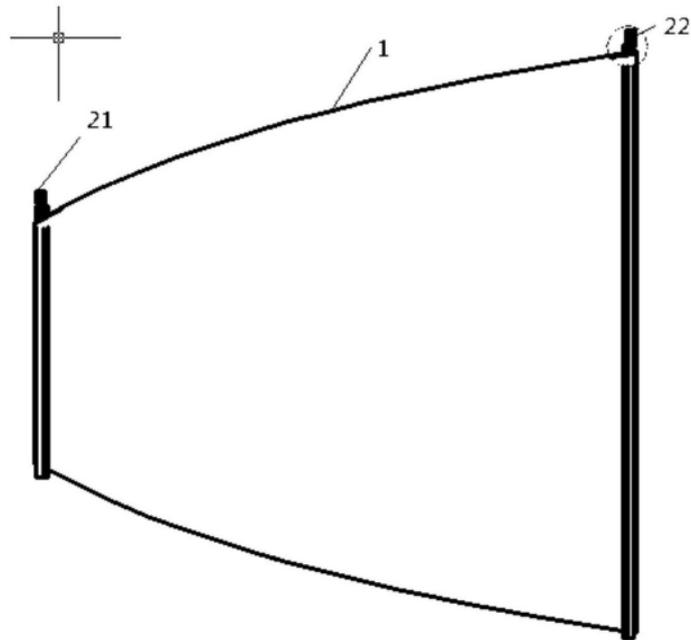


图1

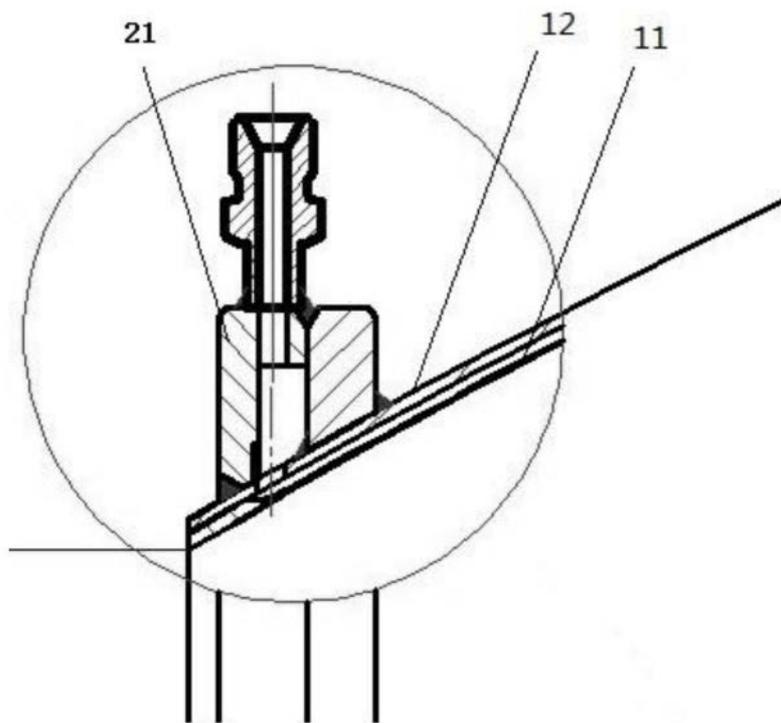


图2(a)

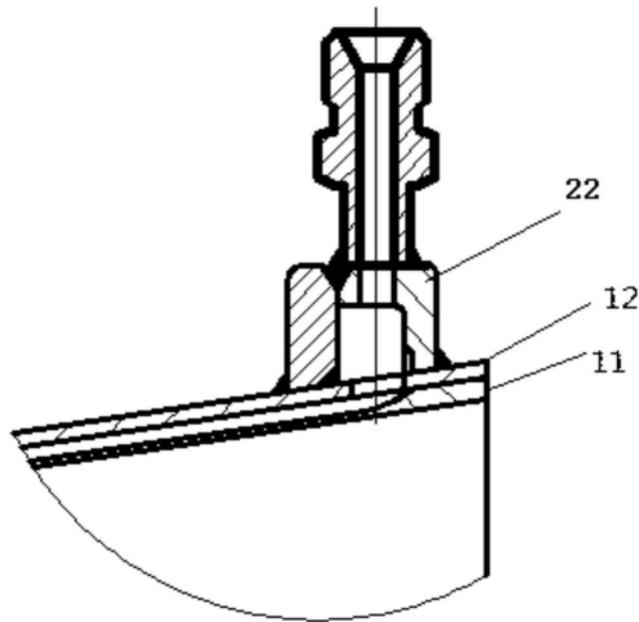


图2(b)

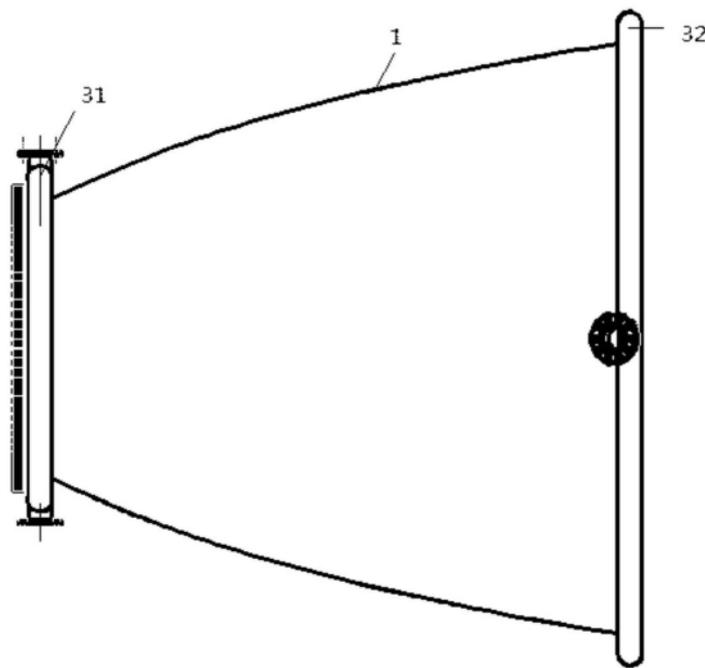


图3

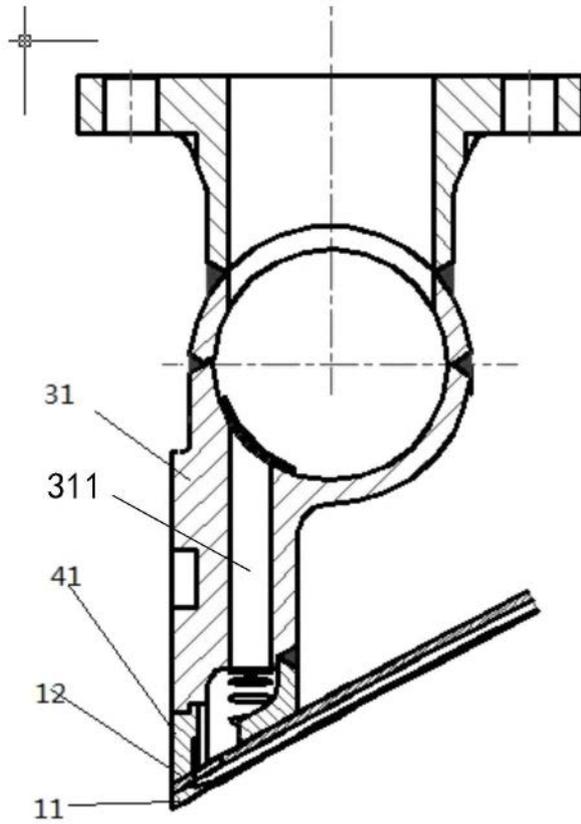


图4(a)

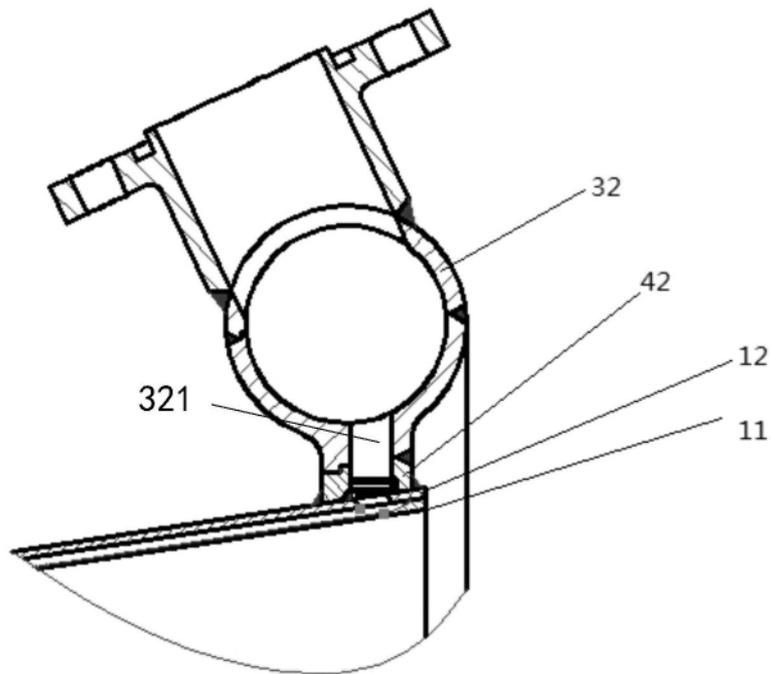


图4(b)